

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-2069

(P2010-2069A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.
F24F 11/02 (2006.01)F1
F24F 11/02テーマコード (参考)
3L060

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-158963 (P2008-158963)
(22) 出願日 平成20年6月18日 (2008.6.18)(71) 出願人 593063161
株式会社 N T T ファシリティーズ
東京都港区芝浦三丁目4番1号
(74) 代理人 100107490
弁理士 杉原 鉄郎
(72) 発明者 藁谷 至誠
東京都港区芝浦三丁目4番1号 株式会社
N T T ファシリティーズ内
(72) 発明者 吉井 存
東京都港区芝浦三丁目4番1号 株式会社
N T T ファシリティーズ内
(72) 発明者 三野 洋介
東京都港区芝浦三丁目4番1号 株式会社
N T T ファシリティーズ内

最終頁に続く

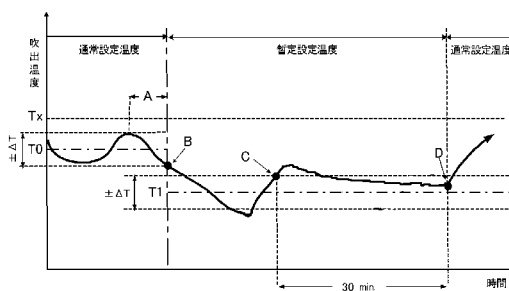
(54) 【発明の名称】 空調機及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 情報通信機械室の局所空調用として好適な空調機及びその運転方法を提供する。

【解決手段】 サーモオンの状態（A領域）において、サーモオフ温度（ $T_0 - \Delta T$ ）に至ったか否かが判定される（S102）。該当するときは（同図B）、設定温度を T_0 より低い暫定設定温度 T_1 （例えば15℃）にシフトする（S103）。その後、暫定設定温度により圧縮機のON/OFF制御運転が継続され、その間、サーモオン温度（ $T_1 + \Delta T$ ）に至ったか否かが判定される（S104）。該当するときは（同図C）、タイマーカウントが開始される（S105）。タイマーカウント中は、サーモオン状態継続の有無が判定される（S106）。この状態が所定時間（例えば30分間）以上継続（同図D）するときは、安定した熱負荷が存在すると判断され、通常設定温度による制御（S101）に戻る。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

情報通信機械室内に収容される一又は複数のラックを、一又は複数の局所空調機により冷却するラック空調システムにおける局所空調機の運転方法であって、

目標吹き出し温度に基づいて、圧縮機の周波数制御又は ON / OFF 制御を行うものであり、該目標吹き出し温度の設定について、

サーモ OFF 条件に至るまでは、通常設定温度 (T_0) とし、

サーモ OFF 条件に至ったときは、通常設定温度 (T_0) より低く、かつ、オーバーシュートを考慮しても、制御対象空間の温度が許容上限温度を超えることのない暫定設定温度 (T_1) に変更し、

その後、所定の解除条件に至ったときは、再度、通常設定温度 (T_0) に戻す、ことを特徴とする局所空調機の運転方法。

【請求項 2】

前記所定の解除条件が、サーモ ON 条件に至った後、サーモ OFF することなく一定時間経過したとき、であることを特徴とする請求項 1 に記載の局所空調機の運転方法。

【請求項 3】

前記所定の解除条件が、サーモ ON 条件に至った後、圧縮機周波数が所定値以上となったとき、であることを特徴とする請求項 1 に記載の局所空調機の運転方法。

【請求項 4】

前記所定の解除条件が、吸込み温度が前記通常設定温度 (T_0) 以下になった後、一定時間経過したとき、であることを特徴とする請求項 1 に記載の局所空調機の運転方法。

【請求項 5】

請求項 4 において、吸込み温度が前記通常設定温度 (T_0) より高いときは、前記暫定設定温度 (T_1) をさらに一定温度低く設定することを特徴とする局所空調機の運転方法。

【請求項 6】

局所空調機の吹き出し温度と制御対象空間温度に基づいてラック吸込み空気温度 (T_s) を演算し、 T_s が前記許容上限温度を超えないように前記暫定設定温度 (T_1) を設定することを特徴とする請求項 1 乃至 5 に記載の局所空調機の運転方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、空調機及びその運転方法に係り、特に情報通信機械室の局所空調用として好適な空調機及びその運転方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、社会の IT 化の進展に伴い、情報通信機器の高速化、大容量化、高密度化が急速に進んでいる。これらの機器は、米国 IEA 規格に準ずる 19 インチサーバラックに格納され、情報通信機械室 (データセンタ) に収容されるのが一般的である。サーバラックは前面から冷気を吸込み、上面又は背面から排気するタイプが多く、各ラックは同方向を向けて横一列に配置される。機械室内には、このようなラック列が複数列、隣接する列の吸気面と吸気面、排気面と排気面とを対向させて配置される。ここに、吸気面に挟まれた通路は、二重床から冷気が供給されることからコールドアイルと呼ばれる。これに対し排気面に挟まれた通路は、ラックからの排気で温度が上がるためホットアイルと呼ばれる。

【0003】

この場合、二重床からの冷気供給のみで室全体を均一に空調する従来 방식 (アンピエント空調方式) では、ラックからの発熱の偏在によりコールドアイルに局所的な高温エリアが生じ、情報通信機器・装置の高温障害発生という問題が生じる。このような問題を解消すべく、局所冷却のためにコールドアイル空間に空調機を設置する技術が提案されている

10

20

30

40

50

(例えば、特許文献1)。

【0004】

図11は、この方式によるラック空調システム100を示すものであり、機械室101内のラック列104a、104b間に形成されるコールドアイル105の上方に局所空調機102を設置する。これにより各ラックは、アンビエント空調機107により二重床空間106を介して供給される冷気、及び、局所空調機102により上方から供給される冷気により冷却されることになる。

【特許文献1】特開2003-166729号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

情報通信機械室の空調システムにおいては、コールドアイル空間に供給する風量とラックが吸い込む風量の総和とを常にバランスさせておく必要がある。従って、局所空調機がサーモOFFの状態であっても送風ファンを停止することはできない。このためサーモOFF中にあるのは、局所空調機はホットアイル側の高温排気を吸い込んで直接吹き出すことになるため、コールドアイル側温度が急激に上昇し、情報通信機器・装置の許容上限温度を逸脱する恐れがある。

一般に、吹き出し温度の制御は圧縮機のインバータ制御(周波数制御)によりなされるが、圧縮機の構造上、インバータによる容量制御可能な範囲には限界がある。図10は、圧縮機周波数と能力の関係を示し、定格に対し概ね25~40%程度が下限値である。これより小さい熱負荷のときは、設定温度Tに対して上下にディファレンシャル(動作すきま) ΔT を設けて、圧縮機をON/OFF運転させる制御になる。この場合、サーモOFF後再びサーモON条件が成立し、圧縮機の運転を開始しても、検出遅れや熱容量による影響などによりさらに温度が上昇(オーバーシュート)し、許容上限温度を超えることもあり得る。従って、コールドアイル空間を常に許容上限温度内に維持するためには、 ΔT を可能な限り小さく設定する必要がある。

20

【0006】

しかしながら、 ΔT を小さくすると頻繁な起動停止の繰り返しを招くこととなり、圧縮機の寿命を縮めることが懸念される。また、圧縮機のインバータ制御特有の起動前制御や、周波数の増大時間遅れもあるので、ディファレンシャルの縮小のみでは問題解消は困難である。

30

一方、レヒート機能を搭載した空調機を用いて、部分負荷下限値を下回る場合に圧縮機を運転停止させることなく下限値で維持し、吹き出し温度の過剰低下を防止する技術も公知である。しかし、本来の装置冷却とは別にレヒートのためのエネルギーが必要となるだけでなく、空調機自体の構造も複雑になり、コストアップ要因となるという問題がある。

本発明は、このような問題を解決するためのものであって、アンビエント空調と局所空調を併用する情報通信機械室における継続的な送風運転が必要な空調システムにおいて、低熱負荷時においても圧縮機を頻繁に発停させることなく、また、装置冷却目的以外にエネルギーを消費することなく、コールドアイル空間の許容上限温度を維持可能とする空調機を提供するものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は以下の内容をその要旨とする。すなわち、本発明に係る局所空調機の運転方法は、

(1) 情報通信機械室内に収容される一又は複数のラックを、一又は複数の局所空調機により冷却するラック空調システムにおける局所空調機の運転方法であって、目標吹き出し温度に基づいて、圧縮機の周波数制御又はON/OFF制御を行うものであり、該目標吹き出し温度の設定について、サーモOFF条件に至るまでは通常設定温度(T_0)とし、サーモOFF条件に至ったときは、通常設定温度(T_0)より低く、かつ、オーバーシュートを考慮しても、制御対象空間の温度が許容上限温度を超えない暫定設定温度(T_1)

50

に変更し、その後、「所定の解除条件」に至ったときは、再度、通常設定温度（ T_0 ）に戻す、ことを特徴とする。

（２）「所定の解除条件」が、サーモＯＮ条件に至った後、サーモＯＦＦすることなく一定時間経過したとき、であることを特徴とする。

（３）上記（１）の発明において、「所定の解除条件」が、サーモＯＮ条件に至った後、圧縮機周波数が所定値以上となったとき、であることを特徴とする。

（４）上記（１）の発明において、「所定の解除条件」が、吸込み温度が前記通常設定温度（ T_0 ）以下になった後、一定時間経過したとき、であることを特徴とする。

（５）上記（４）の発明において、吸込み温度が前記通常設定温度（ T_0 ）より高いときは、暫定設定温度（ T_1 ）をさらに一定温度低く設定することを特徴とする。

（６）上記各発明において、局所空調機の吹き出し温度と制御対象空間温度に基づいてラック吸込み空気温度（ T_s ）を演算し、 T_s が許容上限温度を超えないように暫定設定温度（ T_1 ）を設定することを特徴とする。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、低熱負荷時において圧縮機のサーモＯＮ／ＯＦＦが必要になった場合であっても、圧縮機を頻繁に発停させることなく、かつ、装置冷却目的以外にエネルギーを消費することなく、コールドアイル空間を常に許容上限温度内に維持できる。これにより情報通信機器・装置の高温障害発生を回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００９】

以下、本発明に係る空調機の実施形態について、図１乃至８を参照してさらに詳細に説明する。重複説明を避けるため、各図において同一構成には同一符号を用いて示している。なお、本発明の範囲は特許請求の範囲記載のものであって、以下の実施形態に限定されないことはいうまでもない。

（第一の実施形態）

図１は、本発明の一実施形態に係る局所空調機２０を用いた空調システム１の断面構成を示す図である。図２は、空調システム１の平面構成を示す図である。図３は、低熱負荷時における空調機２０の吹き出し温度設定制御フローを示す図である。図４は、運転制御中の吹き出し温度変化を示す図である。

【００１０】

図１、２を参照して、空調システム１は、情報通信機械室５内に収容され、ラック列３を構成するラック２を、アンビエント空調機である空調機４及び局所空調機である空調機２０により冷却するシステムである。

アンビエント空調機である空調機４は、蒸発器４ｅ及び送風機４ｃを備えた室内ユニット４ａ、圧縮機、凝縮器（いずれも不図示）等を主要構成とする室外ユニット４ｂ、及びこれらを接続する冷媒配管４ｄを備えている。かかる構成により、冷凍サイクル運転により発生させた冷熱を、室内ユニット４ａに導入する室内空気と熱交換させて冷却し、送風機４ｃにより機械室内に供給する。

【００１１】

機械室５内部は、床パネル５ｄ及び天井パネル５ｅにより３つの空間に区画されており、床パネル５ｄの下部には二重床空間５ｃが、天井パネル５ｅの上部には天井空間５ｂが形成されている。空調機４の室内ユニット４ａと二重床空間５ｃとは行き側ダクト７ａを介して結ばれている。また、天井空間５ｂと室内ユニット４ａとは、戻り側ダクト７ｂを介して結ばれている。

ラック列３は、横一列に並んだ同一モジュールの複数のラック２により形成されている。ラック２には、複数のＩＣＴ機器２ａ又は単体のＩＣＴ機器（図示せず）が格納されており、各ＩＣＴ機器から発生する熱は各機器が搭載する冷却ファン（図示せず）により、前面から吸気した空気とともに背面に排気される。これにより、ラック全体として前面から冷気を吸込み、背面から排気するように構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

各ラック 2 は、隣接する列の吸気面と吸気面、排気面と排気面が対向するように配置されており、これにより、吸気面側にはコールドアイル 6 a が、排気面側にはホットアイル 6 b が形成されている。

各ラック列 3 において、内部発熱の大きな I C T 機器を格納するラック近傍には局所空調機として空調機 2 0 が配置されている。空調機 2 0 は各ラックと同一モジュールで、かつ、吸排気の方向がラック 2 とは逆向きに置かれている。すなわち、ホットアイル空間の高温排気を吸込み、コールドアイル側に冷却空気を吹き出すように配置されている。さらに、コールドアイル 6 a 床面の一部は、穴あきパネル 5 f により構成されており、空調機 4 から送られる冷気をコールドアイル空間に供給可能に構成されている。

10

各ラック列 3 の一端側には、列内ラックへの電力供給用の配電盤ユニット (P D U) が配設されている。

【 0 0 1 3 】

空調機 2 0 は、室内機 2 0 a と、室外機 2 0 b と、これらを接続する冷媒配管 2 0 c を備えている。室内機 2 0 a は、蒸発器 2 3、送風ファン 2 4、制御部 2 7 を主要構成として備えている。送風ファン 2 4 の出口側には温度センサ S 1 が配設されており、吹き出し温度を計測して制御部 2 7 に出力するように構成されている。

【 0 0 1 4 】

ラック空調システム 1 は以上のように構成されており、次に、定常運転時における各ラック 2 の冷却方法について説明する。空調機 4 に導入される室内空気は蒸発器 4 e において熱交換して冷気となり、送風機 4 c によって行き側ダクト 7 a を介して二重床空間 5 c に送出される。冷気は、穴あきパネル 5 f を通過して、コールドアイル 6 a に供給される。さらに各ラックに導入されて、サーバ 2 a 冷却後、高温排気となってホットアイル 6 b に排出される。高温排気の一部は、そのままホットアイル 6 b を上昇して、天井吸込口 5 h から天井空間 5 b に導かれ、戻り側ダクト 7 b を介して空調機 4 に戻される。また、高温排気の一部は、排気吸込口 2 5 を介して空調機 2 0 に取り込まれ、機内の蒸発器 2 3 で冷却されて冷気となり、送風ファン 2 4 によってコールドアイル 6 a に吹き出される。ここで、空調機 4 からの冷気と混合されて、上述のように各ラックに吸い込まれる。以上のような室内空気の循環により、各ラックの冷却が行われる。

20

【 0 0 1 5 】

次に図 3、4 をも参照して、空調機 2 0 の低負荷時における吹き出し温度設定の制御フローについて説明する。なお、以下の制御は、各空調機の制御部 2 7 の指令により行われる。熱負荷が一定値以上のときは、空調機 2 0 は通常設定温度 T_0 (例えば 20) により周波数制御運転される (S 1 0 1)。この場合、圧縮機の部分負荷下限値に至るまでは P I D 制御が実施される。その後、圧縮機の運転が部分負荷下限値に抑制されてもなお、必要とされる冷房負荷以上の能力を発揮したサーモオンの状態 (図 4 において A 領域) において、サーモオフ温度 ($T_0 - \Delta T$) に至ったか否かが判定される (S 1 0 2)。これに該当するときは (同図 B)、設定温度を T_0 より低い暫定設定温度 T_1 (例えば 15) にシフトする (S 1 0 3)。なお、 T_1 は、サーモオン温度 ($T_1 + \Delta T$) 以上にオーバーシュートしても、ラック吸込み温度が許容上限温度 T_x 以下となるように設定されている。

30

40

【 0 0 1 6 】

その後、暫定設定温度により圧縮機の O N / O F F 制御運転が継続され、その間、サーモオン温度 ($T_1 + \Delta T$) に至ったか否かが判定される (S 1 0 4)。これに該当するときは (同図 C)、タイマーカウントが開始される (S 1 0 5)。タイマーカウント中は、サーモオン状態継続の有無が判定される (S 1 0 6)。該当するときは、機械室内の熱負荷が変化したため、空調機 2 0 の圧縮機が最低周波数以上で継続運転されていることを意味する。この状態が所定時間 (例えば 30 分間) 以上継続 (同図 D) するときは (S 1 0 7 において Y E S)、安定した熱負荷が存在すると判断され、暫定設定温度による制御が解除されて (S 1 0 8)、通常設定温度による制御 (S 1 0 1) に戻る。なお、 S 1 0 4 に

50

においてサーモオン温度に至っていないとき、及び S 1 0 7 において所定時間に達していないときは、タイマーリセットされ (S 1 0 9)、S 1 0 4 に戻って上記ステップを繰り返す。

【 0 0 1 7 】

本実施形態は、暫定設定温度で継続的に運転することによるデメリット (通常設定温度より低温環境で、居住性が悪く、省エネに反する) を回避することを目的としている。すなわち、暫定設定温度で、圧縮機のサーモ ON / OFF を繰り返している状態で通常設定温度に戻せば、サーモ ON / OFF の繰り返しによるオーバーシュートが生じ、許容上限温度を逸脱するおそれがある。解除実施の判断は、サーモ ON / OFF を繰り返さない、すなわち、圧縮機のインバータ最低周波数での継続的な運転を要求するまで、熱負荷が上昇したことを検出する必要がある。本実施形態では、この検出を圧縮機が継続して一定時間、最低周波数以上で運転を継続したことにより、判断するものである。

なお、本実施形態ではコールドアイルとホットアイルを開放空間とする形態としたが、一方を密閉空間 (アイルキャッピング) とする形態であってもよい。

【 0 0 1 8 】

(第二の実施形態)

次に、本発明の他の実施形態について説明する。本実施形態は、暫定設定温度制御から通常設定温度制御への復帰判定を、上述の実施形態のようにサーモオン温度到達後の経過時間に依るのではなく、圧縮機の周波数値に基づいて行うものである。本実施形態の構成は上述の実施形態と同一であるので、図示及び重複説明を省略する。

【 0 0 1 9 】

図 5 は、本実施形態の制御フローを示す図である。S 2 0 1 ~ S 2 0 3 は上述の実施形態における S 1 0 1 ~ S 1 0 3 と同一である。その後、サーモオン温度 ($T_1 + \Delta T$) となるか否かが判定される (S 2 0 4)。これに該当するときは、次に圧縮機周波数が所定値 (例えば 4 0 H z) 以上となったか否かが判定される (S 2 0 5)。この周波数未満のときは (S 2 0 5 において NO)、熱負荷が依然小さいものとして最低周波数で運転される。周波数が所定値以上に増加したときは、熱負荷が大きくなったものとして暫定設定温度制御が解除され (S 2 0 6)、通常設定温度制御に復帰する (S 2 0 1)。

【 0 0 2 0 】

(第三の実施形態)

さらに、本発明の他の実施形態について説明する。本実施形態は、通常設定温度への復帰判定を吸込み温度に基づいて行うものである。

図 6 は、本実施形態に係るラック空調システム 3 0 の断面構成を示す図である。図 7 は、本実施形態の制御フローを示す図である。

【 0 0 2 1 】

図 6 を参照して、ラック空調システム 3 0 の構成が上述のラック空調システム 1 と異なる点は、空調機 2 0 の室内機 2 0 a が吹き出し温度センサ S 1 に加え、吸込み温度センサ S 2 をさらに備えており、吸込み温度を計測して制御部 2 7 に出力するように構成されていることである。その他の構成は上述の実施形態と同一であるので、重複説明を省略する。

次に、図 7 をも参照して、室内機 2 0 a の低負荷時における吹き出し温度設定の制御フローについて説明する。S 3 0 1 ~ S 3 0 3 は上述の各実施形態の制御と同一である。その後、一定時間運転を継続した後 (S 3 0 4)、吸込み温度 (T_s) が通常設定温度 (T_0) 以下になったか否かが判定される (S 3 0 5)。これに該当するときは、暫定設定温度が解除され (S 3 0 6)、通常制御運転に戻される (S 3 0 1)。

S 3 0 5 において NO、すなわち一定時間運転継続後も依然として $T_s > T_0$ の状態が継続するときは、暫定設定温度をさらに所定温度 (例えば 1) 下げる (S 3 0 7)。これによりホットアイル側温度がさらに低下するため、ラック吸込み温度の低下を促進させることができる。その後、S 3 0 4 に戻って、再度吸込み温度の判定が行われる。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

(第四の実施形態)

さらに、本発明の他の実施形態について説明する。本実施形態は、アンビエント空調機及び局所空調機から供給される冷気が混合してラックに吸い込まれることから、混合空気温度が許容上限温度を超えないように、局所空調機の暫定（吹き出し）設定温度（ T_1 ）を設定するものである。

図8は、本実施形態に係るラック空調システム40の断面構成を示す図である。図9は、制御対象空間R9に着目した熱・風量バランスを示す図である。

図8を参照して、ラック空調システム40は局所空調機41-1～41-9を備えている。コールドアイルには、各局所空調機が分担する制御対象空間R1～R9が定められている。各局所空調機は、その制御対象空間内で熱・風量収支がバランスするように、対象ラックに対して冷気を供給する。その他の構成は上述の実施形態と同一であるので、重複説明を省略する。

【0023】

図9を参照して、空調機41-9の吹き出し空気（温度 T_b ）と、アンビエント空調機4から二重床を介して供給される冷気（温度 T_a ）が制御対象空間R9で混合し、温度 T_s の冷気となってラック2へ吸い込まれる。吸込み空気温度 T_s は近似的に（1）式で示される。

$$T_s = (G_a \cdot T_a + G_b \cdot T_b) / (G_a + G_b) \cdots (1)$$

ここに、 G_h 、 G_b はそれぞれ空調機4及び空調機41-9からの供給空気量（ m^3/h ）である。なお、ラック空調システム40は高顕熱運転（除湿なし）されているものとし、また制御温度範囲において空気比熱（ C_p ）は一定とする。

T_s が許容上限温度 T_x 以下となることが必要であるから、

$$(G_a \cdot T_a + G_b \cdot T_b) / (G_a + G_b) \leq T_x$$

これより、 $T_b \leq (G_a / G_b) \cdot (T_x - T_a) + T_x \cdots (2)$

従って、（2）式を満足するように暫定設定温度 $T_1 (= T_b)$ を設定すれば、ラックへの吸込み温度が許容上限温度を超えないことになる。

【産業上の利用可能性】

【0024】

本発明は、熱源、冷媒、空調方式、建築構造等の種類を問わず、局所空調機を用いる空調システムに広く適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】第一の実施形態に係るラック空調システム1の断面構成を示す図である。

【図2】空調システム1の平面構成を示す図である。

【図3】低熱負荷時における空調機20の吹き出し温度設定制御フローを示す図である。

【図4】運転制御中の吹き出し温度変化を示す図である。

【図5】第二の実施形態の吹き出し温度設定制御フローを示す図である。

【図6】第三の実施形態に係るラック空調システム30の断面構成を示す図である。

【図7】第三の実施形態における吹き出し温度設定制御フローを示す図である。

【図8】第四の実施形態に係るラック空調システム30の断面構成を示す図である。

【図9】制御対象空間R9に着目した熱・風量バランスを示す図である。

【図10】圧縮機周波数と能力の関係を示す図である。

【図11】従来のラック空調システム100の構成を示す図である。

【符号の説明】

【0026】

1、30、40・・・ラック空調システム

2・・・ラック

3・・・ラック列

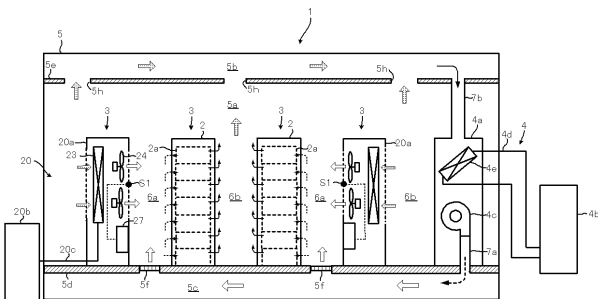
4・・・アンビエント空調機

5・・・情報通信機械室

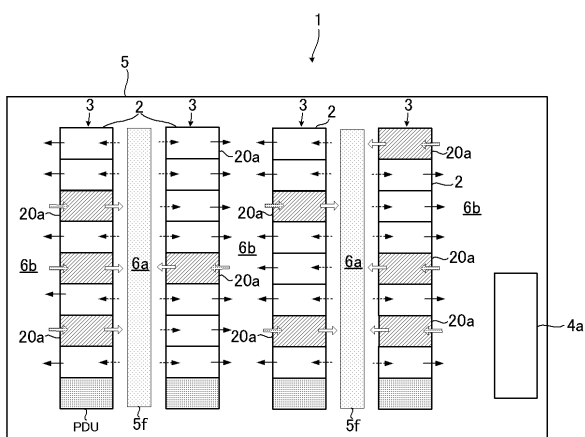
- 5 b . . . 天井空間
 5 c . . . 二重床空間
 5 d . . . 床パネル
 5 e . . . 天井パネル
 5 f . . . 穴あきパネル
 6 a . . . コールドアイル
 6 b . . . ホットアイル
 2 0、4 1 - 1 ~ 4 1 - 9 . . . 局所空調機
 2 4 . . . 送風ファン
 2 5 . . . 排気吸込口
 R 1 ~ R 9 . . . 制御対象空間
 S 1、S 2 . . . 温度センサ
 T 0 . . . 通常設定温度
 T 1 . . . 暫定設定温度
 T x . . . 許容上限温度

10

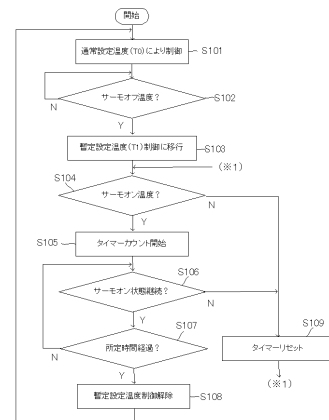
【図 1】



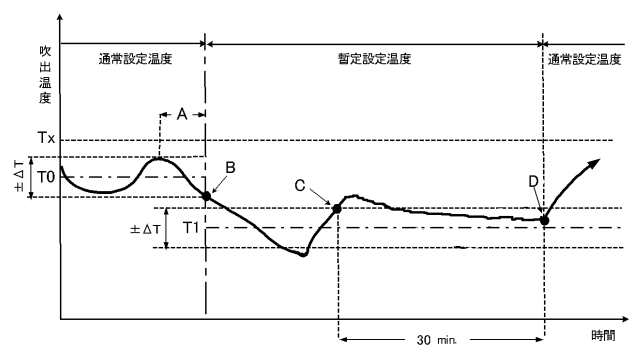
【図 2】



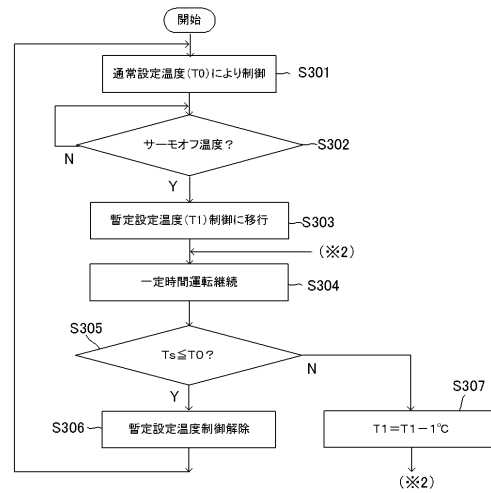
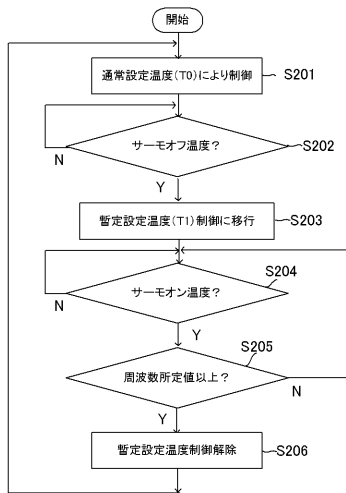
【図 3】



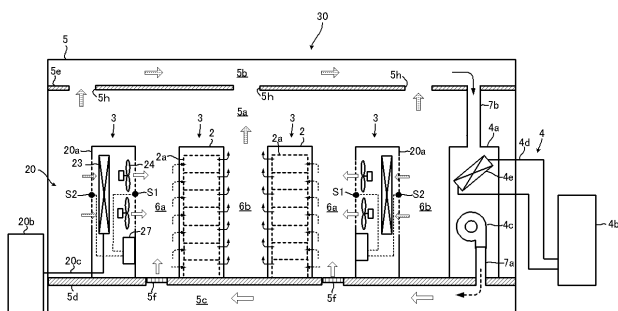
【図 4】



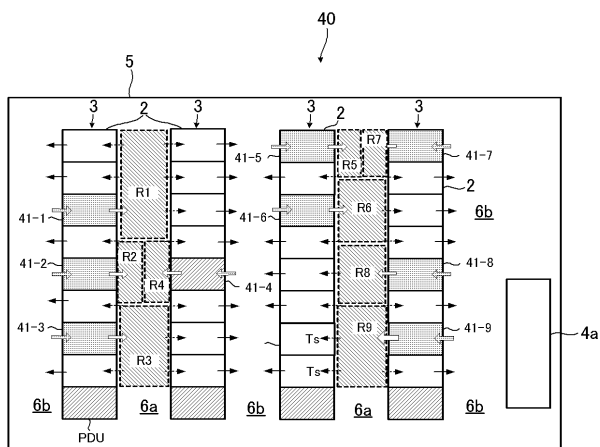
【 図 7 】



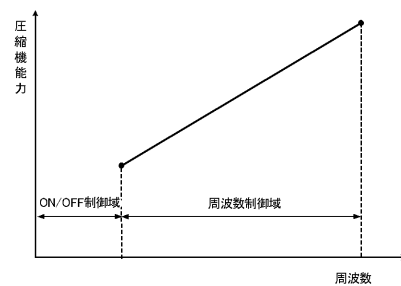
【 図 6 】



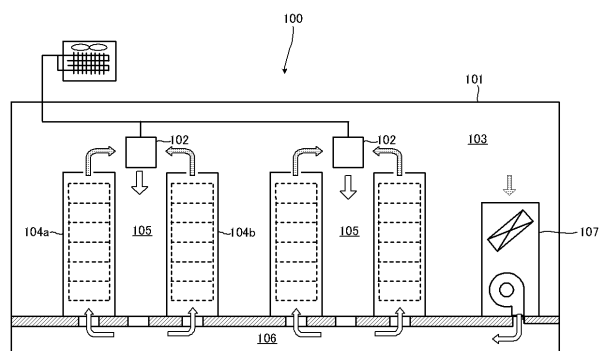
【 図 8 】



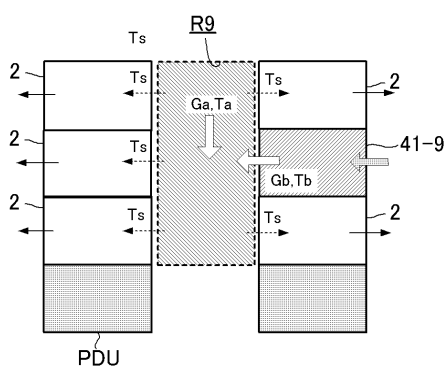
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 植草 常雄

東京都港区芝浦三丁目4番1号 株式会社NTTファシリティーズ内

Fターム(参考) 3L060 AA01 AA03 CC02 DD01 DD02 EE02